

Device for conveying powder and method for operating the same

Patent Number: ☐ US2005019106
Publication date: 2005-01-27
Inventor(s): MOSER JURG [CH]
Applicant(s):
Requested Patent: ☐ WO03024613
Application Number: US20040489841 20040825
Priority Number(s): DE20011045448 20010914; WO2002EP10339 20020914
IPC Classification: B65G53/40
EC Classification: B05B7/14A7B, B65G53/28, F04B11/00P2, F04B15/00
Equivalents: ☐ DE10145448, ☐ EP1427536 (WO03024612), JP2005502564T,
☐ WO03024612

Abstract

Transport system with several devices (1) for transporting powder, where each device (1) has a transfer chamber (3) into which a supply line (6) and a discharge line (8) for the powder open, and means to generate a negative pressure in the transfer chamber (3), where the means to generate a negative pressure in the device (1) has a piston (11) which is moveable in the transfer chamber.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
27. März 2003 (27.03.2003)

PCT

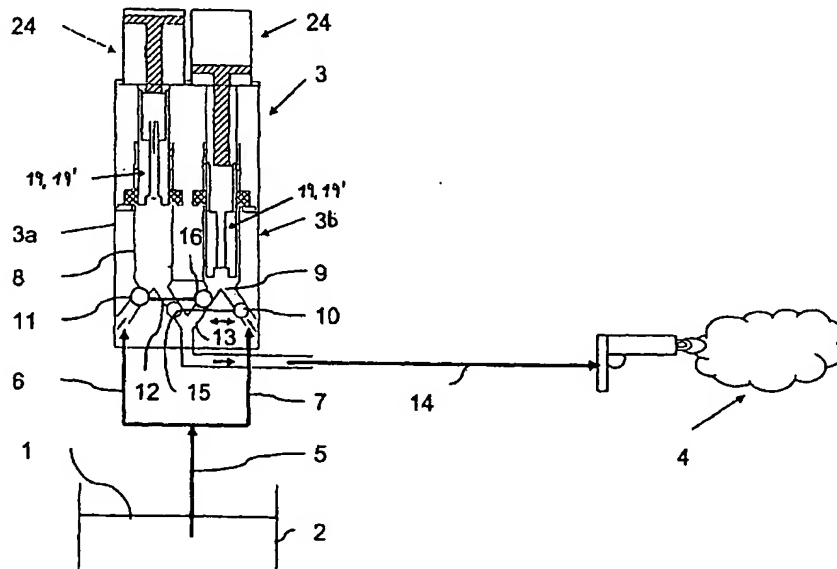
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 03/024613 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: **B05B 7/14**,
B65G 53/28, F04B 53/14, F04F 1/06
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP02/08964
- (22) Internationales Anmeldedatum:
9. August 2002 (09.08.2002)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
101 45 448.1 14. September 2001 (14.09.2001) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): **BAYERISCHE MOTOREN WERKE AK-
TIENGESELLSCHAFT** [DE/DE]; Petuelring 130,
80809 München (DE).
- (72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **PLENK, Rudolf**
[DE/DE]; Eichendorffstrasse 4, 94563 Otzing (DE).
KRINNER, Hermann [DE/DE]; Bladilostrasse 5, 94447
Plattling (DE).
- (74) Gemeinsamer Vertreter: **BAYERISCHE MOTOREN
WERKE**; Aktiengesellschaft, Patentabteilung AJ-3,
80788 München (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (national): CN, JP, KR, US.
- (84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,
BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR,
IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: DEVICE FOR CONVEYING POWDER AND METHOD FOR OPERATION THEREOF

(54) Bezeichnung: VORRICHTUNG ZUM FÖRDERN VON PULVER UND VERFAHREN ZU DEREN BETRIEB



(57) Abstract: According to the invention, a pump device (3) for conveying powder may continuously convey a reproducible amount of powder, whereby a compressed gas inlet in the conveying chamber (8) of a conventional arrangement of a conveying chamber (8) and suction piston (19) is disclosed and the suction piston (19) serves only for sucking the powder from a powder reservoir and the powder is discharged from the conveying chamber (8) by means of the compressed gas without coming into contact with the suction piston as the compressed gas serves as an air cushion between the suction piston (19) and the powder.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 03/024613 A1

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) Zusammenfassung: Um bei einer Pumpenrichtung (3) zum Fördern von Pulver eine reproduzierbare Pulvermenge kontinuierlich zu fördern, wird bei einer bekannten Anordnung mit Förderkammer (8) und Saugkolben (19) sowie einer Druckgaszuführung in die Förderkammer (3) vorgeschlagen, dass der Saugkolben (19) nur zum Ansaugen des Pulvers aus einem Pulverbehälter dient und dass das Pulver aus der Förderkammer (8) mit Hilfe des Druckgases abtransportiert wird, ohne dass es mit dem Saugkolben in Kontakt gelangt, da das Druckgas als Luftpolster zwischen Saugkolben (19) und Pulver wirkt.

5

10 **Vorrichtung zum Fördern von Pulver und Verfahren zu deren Betrieb**

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Fördern von Pulver sowie ein Verfahren
15 zu deren Betrieb nach dem Oberbegriff des ersten bzw. achten Patentanspruchs.

Zahlreiche bekannte Vorrichtungen zum Fördern von Pulver arbeiten nach den
Venturi-Prinzip, bei dem das Pulver durch einen Gasstrom in einer Düse mitgerissen
wird. Solche Vorrichtungen sind zwar einfach im Aufbau, jedoch ist die im Gasstrom
20 zu erreichende Pulverdichte beschränkt und die geförderte Pulvermenge lässt sich
nur schlecht dosieren.

Es wurden deshalb nach Lösungen gesucht, die nicht nach dem Venturi-Prinzip
arbeiten. Eine Vorrichtung dieser Art ist beispielsweise aus der europäischen Pa-
tentanmeldung EP 1 106 547 A1 bekannt geworden. Bei dieser bekannten Vorrich-
25 tung wird Pulver pneumatisch in eine sog. Förderkammer gefördert, indem diese
Förderkammer mit einer Saugleitung verbunden wird. Danach wird die Förderkam-
mer mit einer Druckleitung verbunden, wodurch das Pulver aus der Förderkammer
in eine Austragsleitung gefördert wird.

30

Für den in der Saugleitung erzeugten Unterdruck hat diese bekannte Vorrichtung
eine außerhalb der Förderkammer angeordnete Einrichtung zum Erzeugen von Un-
terdruck, beispielsweise eine Vakuumpumpe. Zwischen dieser und der Förderkam-
mer muss ein Steuerorgan vorhanden sein, mit dem sich der Durchgang für das

Gas unterbrechen und freigeben lässt. Damit das in der Förderkammer strömende
Pulver nicht in die Saugleitung gelangen kann, ist letztere durch eine gasdurchlässige
Trennmembran von der Förderkammer getrennt. Je nach Beschaffenheit des
mit dieser Vorrichtung geförderten Pulvers neigt die Trennmembran dazu, verstopft
5 oder verklebt zu werden, was natürlich das einwandfreie Funktionieren der Vorrichtung
beeinträchtigt.

Aus der US 3,391,963 wird ein Verstopfen einer Membran bei einer Fördervorrichtung
von Pulver dadurch verhindert, dass die Membran von einem Kolben hin- und
10 herbewegt wird. Dadurch wellt sich die Membran und das an ihr haftende Pulver
kann abgeschüttelt werden. Diese Vorrichtung ist jedoch teuer und verschleißanfällig,
da sie eine semipermeable Membran verlangt.

Um Probleme mit Membranen zu verhindern, ist es aus der EP 0 124 933 bereits
15 bekannt, einen Kolben zu verwenden, der in einer Förderkammer auf- und abwärts
bewegt wird. Der Kolben erzeugt bei seinem Aufwärtsgang einen Unterdruck in der
Zufuhrleitung und saugt so das Pulver aus dem Vorratsbehälter. Anschließend verdichtet
der Kolben das Pulver in der Förderkammer, indem er wieder abwärts fährt
bis zu einem Anschlag. Gefördert wird das Pulver dann aus der Förderkammer zur
20 Applikationsstelle, in dem ein Überdruck in der Förderkammer aufgebaut wird mit
Hilfe einer externen Druckluftquelle. Mit dieser Druckluft wird dann die in der Förderkammer
vorhandene Menge des Pulvers in die Austragsleitung zur Applikationsstelle gefördert.

25 Hierbei ist aber nicht sichergestellt, dass sämtliches Pulver aus der Förderkammer
herausgetragen wird, insbesondere das Pulver, das an der Kolbenoberfläche anhaftet.

Deshalb ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, hier Abhilfe zu schaffen und
30 eine Vorrichtung der eingangs genannten Art und ein Verfahren zu deren Betrieb
vorzuschlagen, die einfacher aufgebaut ist sowie einfacher und störungsfrei zu betreiben ist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des ersten Anspruchs gelöst. Durch die erfindungsgemäße Zufuhr der Druckluft und zwar vor einer Abwärtsbewegung des Saugkolbens, bevorzugt kurz vor Ende der Saugbewegung, wird zum einen zwischen Kolben und Pulver ein Luftpolster geschaffen, so dass der
5 Kolben bei seiner Abwärtsbewegung mit dem Pulver nicht in Kontakt gelangt. Damit wird eine Berührung des Pulvers mit dem Kolben verhindert.

Zum anderen wird das Pulver keinem Druck unterworfen, so dass sich diese Anordnung besonders gut zum Fördern von Pulver eignet, das für eine elektrostatische
10 Pulverbeschichtung verwendet wird. Somit wird der Kolben nur dazu benutzt, das Vakuum zum Ansaugen des Pulvers zu verwenden. Die Druckluft zusammen mit der Verfahrbewegung des Kolbens dient dazu, das Pulver zur Applikationsstelle zu fördern. Somit kann das Pulver mechanisch nicht belastet, definiert und pulsfrei in die Förderkammer strömen und von dort zur Applikationsstelle.

15 Ein weiterer Vorteil der Erfindung besteht darin, dass Förderkammer, Auftragsleitung und Förderleitung leicht und vollständig mit hohem Druck gereinigt werden können. Dies erleichtert einen schnellen Farbwechsel.

20 Anspruch 2 beschreibt eine erste Möglichkeit der Zuführung der Druckluft zur Kolbenstirnseite, während die Ansprüche 3 bis 6 eine zweite alternative Ausgestaltung darstellen. Diese Ausgestaltung hat sich als besonders wirkungsvoll erwiesen und stellt 100% sicher, dass der Kolben mit dem Pulver nicht in Kontakt gelangt. Beide Alternativen stellen darüber hinaus sicher, dass ein vollständiges Entleeren der Förderkammer erreicht wird.
25

Die Ausgestaltung nach Anspruch 7 hat den Vorteil, dass damit die Bewegung des Kolbens mit demselben Druckgas erzeugt wird, mit dem auch der Austrag des Pulvers aus der Förderkammer erfolgt. Eine solche Vorrichtung kann deshalb besonders kostengünstig hergestellt und betrieben werden.
30

Anspruch 8 und 9 beschreibt ein bevorzugtes Verfahren zum Betrieb der erfindungsgemäßen Vorrichtung. Der Vorteil dieses Verfahrens liegt darin, dass die Menge des mit der Vorrichtung geförderten Pulvers fein dosiert werden kann, da

das Einleiten des Druckgases erfolgt, bevor der Kolben seine Abwärtsbewegung nach Ende der Saugbewegung beginnt.

Werden mehrere, zumindest zwei erfindungsgemäße Vorrichtungen zu einer Anlage
5 zusammengefasst, erlaubt dieses erfindungsgemäße Betriebsverfahren eine hohe Förderrate des Pulverstroms an die Applikationsstelle, wobei Druckstöße vermieden werden. Damit können Pulvermengen von wenigen Gramm bis zu einigen Tonnen zur Applikationsstelle kontinuierlich gefördert werden.

10 Im folgenden wird die Erfindung anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels näher beschrieben. Es stellen dar:

Fig. 1 eine schematische Ansicht einer Pulverlackieranlage;

15 Fig. 2 eine erste Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung;

Fig. 3 eine zweite Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung.

In Fig. 1 ist eine erfindungsgemäße Anlage zum Fördern eines Pulvers 1 aus einem
20 Pulverbehälter 2 mit Hilfe einer Pumpeinrichtung 3 zu einer Applikationsstelle 4, in der in diesem Beispiel eine Pulverpistole zum Auftragen verwendet wird, dargestellt.

Die Pumpeinrichtung 3 besteht in diesem Beispiel aus zwei gleichartig aufgebauten,
aber gegensinnig betriebenen Fördereinrichtungen 3a und 3b. Selbstverständlich
25 kann die Pumpeinrichtung 3 auch nur eine oder mehr als zwei Förderkammern aufweisen, je nach dem, welche Pulvermengen zur Applikationsstelle 4 gefördert werden müssen und wie pulsationsfrei dies geschehen soll.

Gefördert wird das Pulver 1 über eine gemeinsame Saugleitung 5, die sich in eine
30 Zufuhrleitung 6 und 7 aufteilt. Beide Zufuhrleitungen 6, 7 münden in je eine Förderkammer 8, 9.

In jeder Zufuhrleitung 6, 7 sind Absperrventile 10, 11 angeordnet.

Aus den Förderkammern 8, 9 gelangt das Pulver über Austragsleitungen 12, 13 in die Förderleitung 14, die zur Applikationsstelle 4 führt.

5 Auch hier sind in den beiden Austragsleitungen 12, 13 Absperrventile 15, 16 angeordnet.

Bevor die Funktion im einzelnen beschrieben werden soll, wird anhand der Fig. 2 der Aufbau einer Pumpeinrichtung 3 mit einer Fördereinrichtung 3a beschrieben.

10 Die Fördereinrichtung 3a besteht aus einem Grundkörper 17, der die Förderkammer 8 beherbergt. In diese Förderkammer 8 mündet die Zufuhrleitung 6 und aus ihr zweigt die Austragsleitung 12 ab.

15 Die Förderkammer 8 wird aus einem Grundkörper 17 und einem Führungskörper 18 gebildet, in der ein Saugkolben 19 hin- und her verschiebbar angeordnet ist. Der Saugkolben 19 hat eine Längsbohrung 20 und ist an seinem der Förderkammer 8 zugewandten Ende mit einem Verteilstück 21 versehen, das zwischen sich und dem Saugkolben 19 Kanäle 22 begrenzt, die der Zuführung eines Druckgases zur Förderkammer 8 dienen.

20 Eine Dichtung 23 dichtet den Führungskörper 18 sowohl gegenüber dem Saugkolben 19 als auch gegenüber dem Grundkörper 17 ab. An seinem von der Förderkammer 8 abgewandten Ende ist der Saugkolben 19 mit einer Antriebsvorrichtung 24 verbunden.

25 Die Antriebsvorrichtung 24 ist im vorliegenden Beispiel als druckmittel-betätigbare Kolben-Zylinder-Einheit ausgebildet. Sie könnte aber auch als mechanische Antriebseinheit, beispielsweise als Exzenter- oder Kurbelantrieb oder als elektromagnetische Antriebseinheit ausgebildet sein.

30 Der in einem Zylinder 25 durch ein Druckmittel, beispielsweise Luft, bewegbare Kolben 26 der Antriebsvorrichtung 24 hat eine durchgehende, hohle Kolbenstange 27, die an ihrem in der Fig. 2 unteren Ende mit dem Saugkolben 19 verbunden ist.

Das andere Ende der Kolbenstange 27 ragt aus dem Zylinder 25 heraus und ist mit einer Leitung 28 in Form eines Schlauches verbunden, in dem ein Ventil 29 vorgesehen ist und deren Funktion weiter unten erläutert wird.

- 5 Eine obere Druckmittelleitung 30 und eine untere Druckmittelleitung 31 dienen zum Beaufschlagen des Kolbens 26 mit einem Druckmittel, beispielsweise Luft, um diesen im Zylinder 25 ab und aufzubewegen. Die Druckmittelleitungen 30 und 31 sind mit einem Mehrwegeventil 32 verbunden, das seinerseits an einer Druckmittelquelle 33 angeschlossen ist. Je nach Stellung des Mehrwegeventils 32 ist eine der beiden
10 Druckmittelleitungen 30 oder 31 mit Druck beaufschlagt, während die andere mit einem Auslass 34 verbunden ist.

- Im folgenden wird die Funktion der oben beschriebenen Vorrichtung gemäß Fig. 2 näher erläutert. Ausgehend von der in Fig. 2 dargestellten Lage wird der Saugkolben 19 durch die Antriebsvorrichtung 24 von der Förderkammer 8 wegbewegt. Das
15 Absperrventil 15 in der Austragsleitung 12 sowie das Ventil 29 in der Leitung 28 ist zu diesem Zeitpunkt geschlossen. Durch diese Bewegung des Saugkolbens 19 entsteht in der Förderkammer 8 ein Unterdruck. Gleichzeitig wird das Absperrventil 11 in der Zuführleitung 6 geöffnet, so dass Pulver aus dem Pulverbehälter 2 über die
20 Saugleitung 5 in die Förderkammer 8 strömt. Das Pulver in der Zuführleitung 6 kann bereits in einem Gas oder Gasgemisch dispergiert sein, damit es besonders gut fließfähig ist. In den meisten Fällen wird dieses Gasgemisch Luft sein. Jedoch kann bei heiklen pulverförmigen Stoffen, beispielsweise solchen, die mit Sauerstoff unerwünscht reagieren, ein anderes Gas oder Gasgemisch, beispielsweise ein Inertgas
25 verwendet werden.

- Nachdem genügend Pulver in die Förderkammer 3 geströmt ist, wird das Absperrventil 11 in der Zuführleitung 6 geschlossen. Durch Öffnen des Ventils 29 wird Druckgas, das aus derselben Quelle 33 stammen kann wie das zum Betrieb der
30 Antriebsvorrichtung 24 verwendete, dazu gebracht, durch die Leitung 28, die Kolbenstange 27, die Längsbohrung 20 des Saugkolbens 19 über die Kanäle 22 in die Förderkammer 8 zu strömen. Gleichzeitig wird das Absperrventil 15 in der Austragsleitung 12 geöffnet, so dass das in der Förderkammer 8 vorhandene Pulver durch die Austragsleitung 12 in die Förderleitung 14 ausgestoßen wird. Dieses Ein-

leiten des Druckgases und das damit verbundene Ausstoßen des Pulvers kann bereits erfolgen, bevor der Saugkolben 19 seine obere Endlage erreicht hat, in der die Förderkammer ihr größtes Volumen besitzt. Damit lässt sich eine genaue Dosierung des durch die Vorrichtung geförderten Pulvers erreichen.

5

Nachdem der Saugkolben 19 wieder an seine in der Fig. 2 dargestellten untere Endlage (Ausgangslage) zurückgekehrt ist, kann ein neuer Förderzyklus beginnen.

Selbstverständlich ist es auch möglich, dass der Saugkolben 19 bereits während
10 des Ausstoßens des Pulvers aus der Förderkammer 8 abwärts fährt und so das Ausstoßen unterstützt. Das Druckgas bildet somit ein Luftpolster zum dem Saugkolben und dem Pulver und verhindert, dass Pulver mit dem Saugkolben in Kontakt gelangt.

15 In Fig. 3 ist eine alternative Ausgestaltung der Zufuhr der Druckluft dargestellt. Anstelle der hohlen Kolbenstange 27, der Längsbohrung 20 und des Verteilstückes 21 wird hier ein Zufuhrventil 35 am Führungskörper 18 angebracht. Über eine Leitung 36 ist das Zufuhrventil 35 mit einem Ringkanal 37, der im Führungskörper 18 auf Höhe des oberen Endlage des Saugkolbens 19 vorgesehen ist, verbunden. In Ab-
20 weichung zur Ausgestaltung in Figur 2 ist hier die Dichtung 23' in diesem Bereich angeordnet und zwar derart, dass ihre untere Stirnfläche mit dem Ringkanal 37 in Verbindung steht.

Der Saugkolben 19 ist in dem Bereich seines Kolbenbodens 19' in seinem Durchmesser verjüngt, so dass Druckgas, das über das Zufuhrventil 35 einströmt, an der
25 Dichtung 23' vorbei in die Förderkammer 18 strömen kann. Diese Druckluft kann, wie in dem Beispiel nach Fig. 2 auch aus dergleichen Druckluftquelle stammen wie die zur Bewegung des Kolbens 26. Außerhalb des Kolbenbodens 19' dichtet die Dichtung 23' den Saugkolben 19 am Umfang ab.

30

In Fig. 3 wird also im Unterschied zu Fig. 2 die Druckluft nicht über die Leitung 28 und die hohle Kolbenstange 27 sowie die Längsbohrung 20, das Verteilstück 21 und die Kanäle 22 zugeführt, sondern – wie gesagt – über das Zufuhrventil 35, die Lei-

tung 36 und den Ringkanal 37. Die übrigen Bauteile aus Fig. 2 zum Bewegen des Saugkolbens sind selbstverständlich hier auch vorhanden.

Wie bereits in Fig. 1 schematisch dargestellt, können mehrere der beschriebenen
5 Fördereinrichtungen nach Fig. 2 oder nach Fig. 3 zusammen in einer Pumpeinrichtung kombiniert werden. Dann arbeiten die einzelnen Fördereinrichtungen nicht synchron, sondern zeitlich verschoben. Dies bedeutet konkret am Beispiel der Fig. 1, dass die Fördereinrichtung 3a gerade Pulver ansaugt, während die Fördereinrichtung 3b das angesaugte Pulver gerade ausstößt.

10

Um möglichst kontinuierliche Übergänge zwischen den beiden Fördereinrichtungen 3a und 3b zu erzielen und damit einen kontinuierlichen Pulverstrom in der Austragsleitung 14 sicherzustellen, werden die Absperrventile 10, 11, 15 und 16 wie folgt gesteuert:

15

In Figur 1 steht der Kolben 19, 19' in seiner unteren Stellung in der Fördereinrichtung 3b. Hier wird nun das Absperrventil 10 geöffnet und der Kolben 19, 19' wird nach oben bewegt. Dadurch entsteht ein Vakuum in der Förderkammer 8 und das Pulver wird aus dem Pulverbehälter 2 angesaugt. Gleichzeitig fährt der Kolben 19,
20 19' der Fördereinrichtung 3a nach unten, wobei das Absperrventil 15 geöffnet ist. Die Förderkammer 8 der Fördereinrichtung 3a wird also entleert bei gleichzeitigem Füllen der Förderkammer 8 der Fördereinrichtung 3b.

Sobald genügend Pulver in der Förderkammer 8 der Fördereinrichtung 3b vorhanden ist und der Saugkolben 19, 19' seinen oberen Tot-Punkt erreicht hat, wird bei
25 geöffnetem Absperrventil 10 das Absperrventil 16 geöffnet, so dass bereits Pulver in die Austragsleitung 14 strömen kann. Gleichzeitig wird Druckluft – wie vorhin beschrieben – in die Förderkammer 8 eingeblasen. Durch das Öffnen des Absperrventils 16 und des Einblasen der Druckluft bricht der Unterdruck in der Förderkammer 8 der Fördereinrichtung 3b zusammen, so dass nun das Absperrventil 10
30 geschlossen werden kann. Durch die Abwärtsbewegung des Saugkolbens 19, 19' in der Förderkammer 3b wird nun das dort vorhandene Pulver ausgestoßen in die Austragsleitung 14. Hierbei kann es vorteilhaft sein, die Abwärtsbewegung des Saugkolbens 19, 19' gegen Ende seiner unteren Position abzubremesen, was zur

Folge hat, dass das Pulverluftgemisch noch schonender in die Austragsleitung 14 geblasen wird und die Förderung noch ruhiger verläuft.

5 Gleichzeitig mit der Abwärtsbewegung des Saugkolbens 19, 19' in der Fördereinrichtung 3b läuft der Saugkolben 19, 19' der Fördereinrichtung 3a nach oben bei geöffnetem Absperrventil 11 und geschlossenem Absperrventil 15. In dem Moment, in dem die Förderkammer 8 der Fördereinrichtung 3b nahezu vollständig entleert ist, wird das Absperrventil 15 der Fördereinrichtung 3a geöffnet, so dass nunmehr das dort angesaugte Pulver kontinuierlich und ohne Unterbrechung im Massenstrom in
10 die Absperrleitung 14 strömen kann.

Das eben beschriebene Arbeitsspiel wiederholt sich dann von neuem.

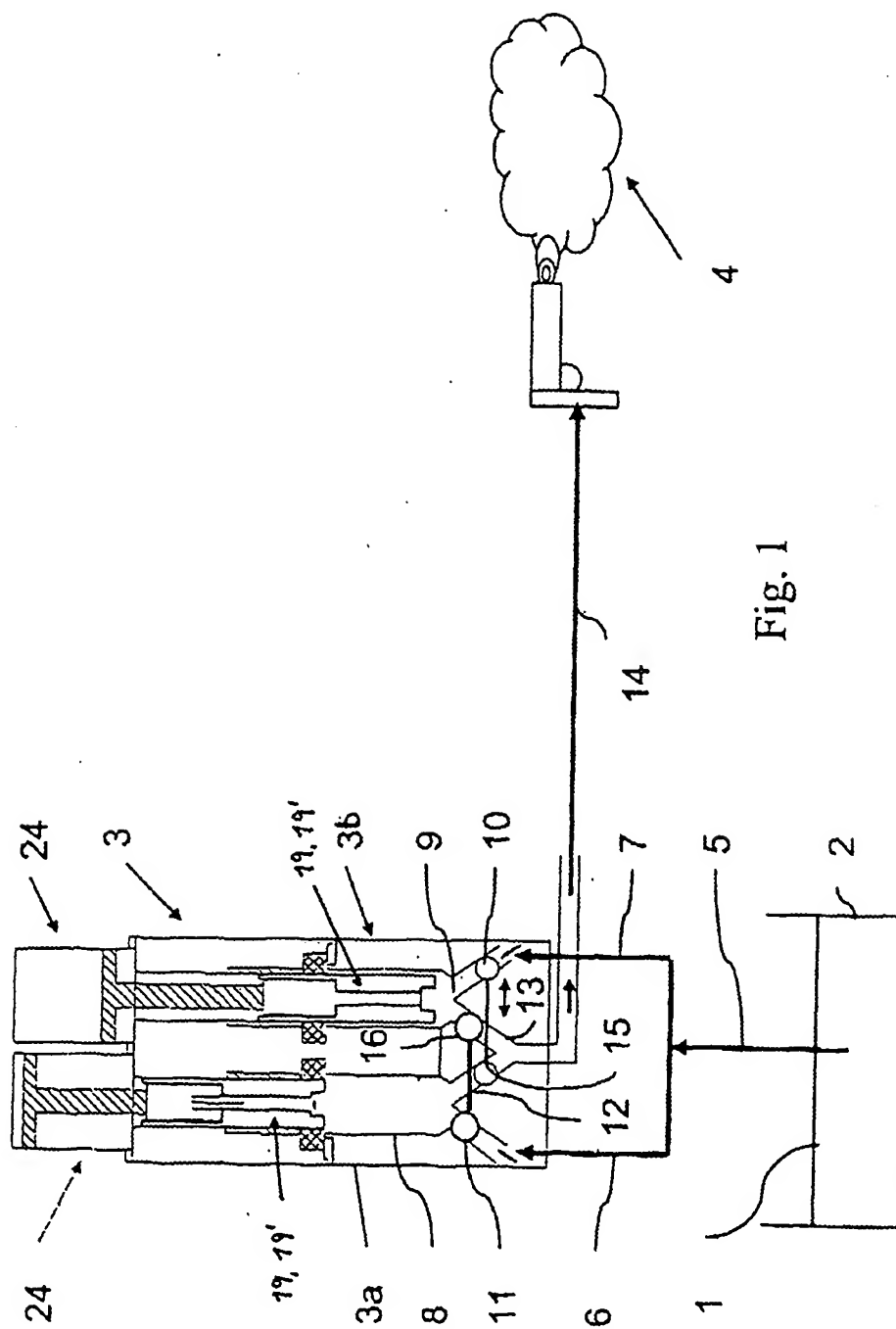
5

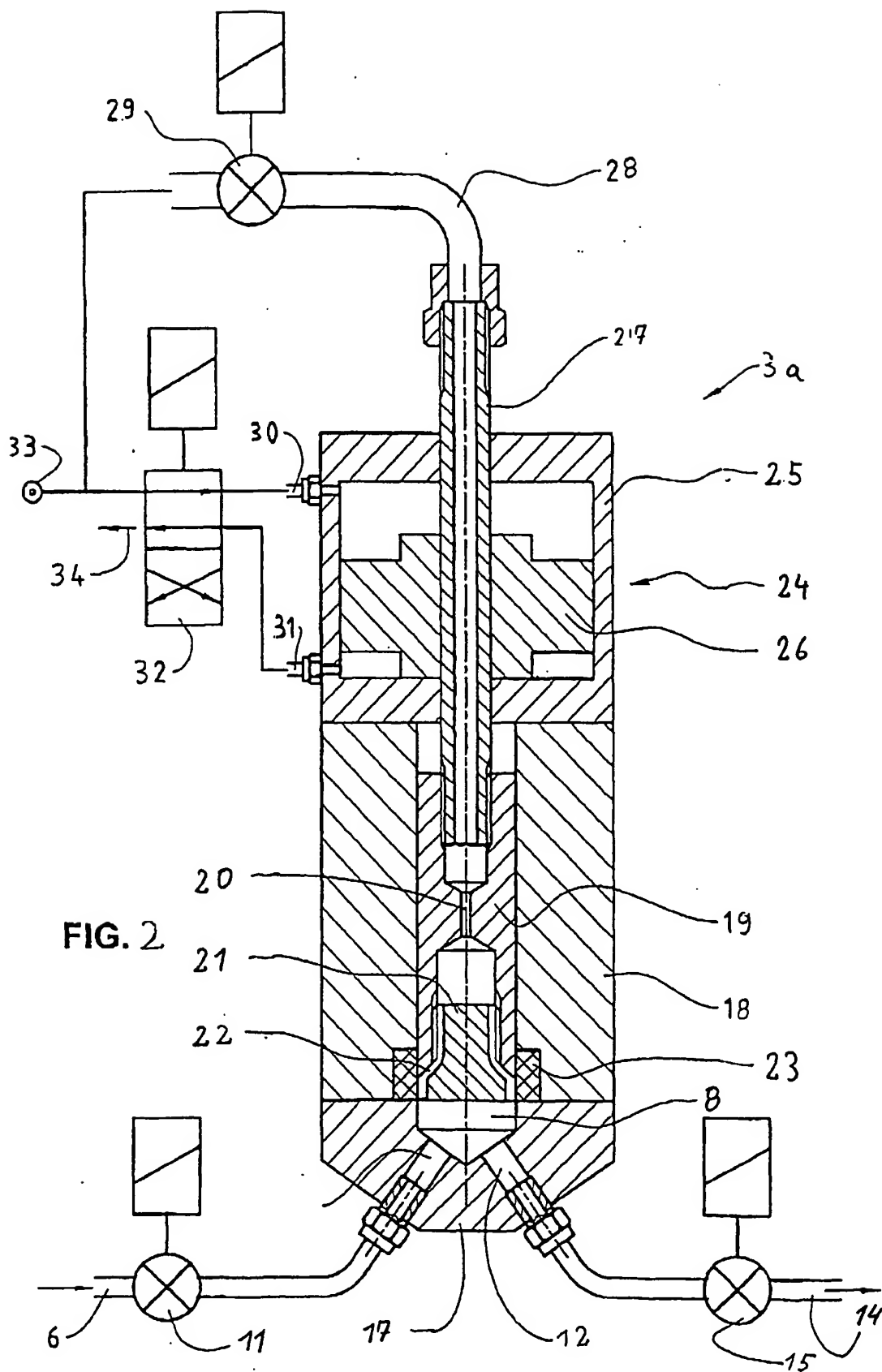
10 **Patentansprüche**

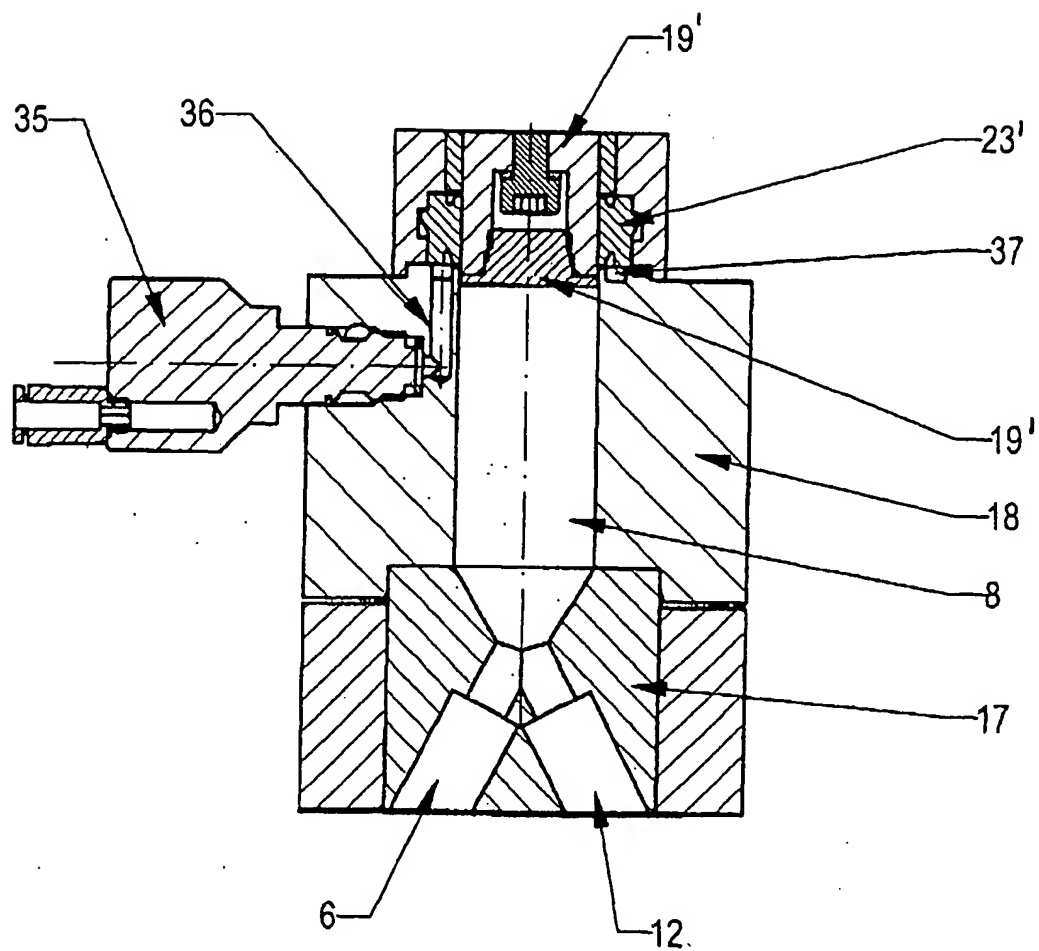
1. Vorrichtung zum Fördern von Pulver mit einem Saugkolben, der in einer Förderkammer beweglich geführt ist und über eine Zufuhrleitung Pulver aus einem Vorratsbehälter in die Förderkammer saugt, mit einer Austragsleitung, die die Förderkammer mit einer Applikationsstelle verbindet und einem Druckluftanschluss in der Förderkammer, dadurch gekennzeichnet, dass die Druckluft seitlich über den Umfang des Saugkolbens (19, 19') verteilt in die Förderkammer (8) zugeführt wird.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Saugkolben (19) mit einer hohlen Kolbenstange (27) verbunden ist, deren freies Ende mit einer Leitung (28) verbunden ist und dass in dem Saugkolben (19) Verteilerkanäle (22) vorgesehen sind, die im Bereich des Kolbenbodens an seinem Umfang münden.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine Dichtung (23') im oberen Kolbentotpunkt vorgesehen ist, die mit einem Ringkanal (37) zusammenwirkt, der mit einer Bohrung (36) zum Zuführen von Druckluft verbunden ist.
4. Vorrichtung nach Anspruch 3,

dadurch gekennzeichnet, dass die Dichtung (23') gehäusefest angeordnet ist und dass der Ringkanal (37) mit seiner Zuführbohrung (36) im Führungskörper (18) angeordnet ist.

- 5 5. Vorrichtung nach Anspruch 3 oder 4,
dadurch gekennzeichnet, dass die Dichtung (23') den Ringkanal (37) begrenzt und den Saugkolben (19') auf seinem Umfang abdichtet.
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 5,
10 dadurch gekennzeichnet, dass der Umfang des Saugkolbens (19') im Bereich seines Kolbenbodens geringfügig kleiner ist als außerhalb des Kolbenbodens.
7. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche,
15 dadurch gekennzeichnet, dass der Saugkolben (19, 19') mit einer Antriebsvorrichtung (24) verbunden ist, die als Kolben-Zylinder-Einheit (25, 26) ausgebildet ist.
8. Verfahren zum Betrieb der Vorrichtung nach einem der vorangegangenen
20 Ansprüche 1 bis 7, bei dem durch die Bewegung des Saugkolbens (19) aus seiner Ausgangslage von der Förderkammer (8) weg Pulver (1) in die Förderkammer (8) gesaugt wird und dieses Pulver (1) anschließend durch in die Förderkammer (8) geleitetes Druckgas aus dieser ausgetragen wird,
dadurch gekennzeichnet, dass das Einleiten von Druckgas erfolgt, wenn der
25 Saugkolben (19, 19') seinen oberen Totpunkt erreicht, wobei der Druck des Druckgases so bemessen ist, dass das in der Förderkammer (8) vorhandene Pulver (1) durch den Druck zu einer Applikationsstelle (4) gefördert wird.
9. Verfahren nach Anspruch 8,
30 dadurch gekennzeichnet, dass die Abwärtsbewegung des Saugkolbens (19, 19') in seine Ausgangslage zurück abgebremst verläuft.





*Fig. 3*

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP 02/08964

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 B05B7/14 B65G53/28 F04B53/14 F04F1/06

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 B05B B65G F04B F04F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2 667 280 A (VICKERS HERBERT H ET AL) 26 January 1954 (1954-01-26) column 3, line 56 - column 5, line 42 ---	1,3-9
A	US 4 405 289 A (NAKASHIMA SHIGEO) 20 September 1983 (1983-09-20) column 3, line 19 - line 35 -----	1,2,8

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *G* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

9 December 2002

Date of mailing of the international search report

16/12/2002

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Juguet, J

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 02/08964

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2667280	A	26-01-1954	NONE	
US 4405289	A	20-09-1983	JP 1193883 C	12-03-1984
			JP 57048529 A	19-03-1982
			JP 58025614 B	28-05-1983
			BE 890133 A1	16-12-1981
			CA 1166204 A1	24-04-1984
			CH 642431 A5	13-04-1984
			DE 3134101 A1	09-06-1982
			FR 2490743 A1	26-03-1982
			GB 2085532 A , B	28-04-1982
			IT 1144635 B	29-10-1986

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 02/08964

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES IPK 7 B05B7/14 B65G53/28 F04B53/14 F04F1/06		
Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) IPK 7 B05B B65G F04B F04F		
Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, PAJ		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2 667 280 A (VICKERS HERBERT H ET AL) 26. Januar 1954 (1954-01-26) Spalte 3, Zeile 56 - Spalte 5, Zeile 42 ---	1,3-9
A	US 4 405 289 A (NAKASHIMA SHIGEO) 20. September 1983 (1983-09-20) Spalte 3, Zeile 19 - Zeile 35 -----	1,2,8
<input type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist *E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht *P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist *T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist *X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden *Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist *Z* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 9. Dezember 2002		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts 16/12/2002
Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Juguet, J

INTERNATIONAL RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 02/08964

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 2667280	A	26-01-1954	KEINE		
US 4405289	A	20-09-1983	JP	1193883 C	12-03-1984
			JP	57048529 A	19-03-1982
			JP	58025614 B	28-05-1983
			BE	890133 A1	16-12-1981
			CA	1166204 A1	24-04-1984
			CH	642431 A5	13-04-1984
			DE	3134101 A1	09-06-1982
			FR	2490743 A1	26-03-1982
			GB	2085532 A , B	28-04-1982
			IT	1144635 B	29-10-1986

TRANSLATION:

(19) WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION

International Office

(12) INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER
THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

(51) Intl. Cl. ⁷ : B 65 G 53/28 F 04 B 53/14 F 04 F 1/06	(10) Intl. Publication No.: WO 03/024,613 A1
	(43) Intl. Publication Date: March 27, 2003

(21) Intl. File No.:	PCT/EP02/08,964
(22) Intl. Application Date:	August 9, 2002
(25) Language of Filing:	German
(26) Language of Publication:	German
(30) Priority Application Data:	101-16,913.2; April 5, 2001; DE 101-45,448.1; September 14, 2001; DE
(71) Applicant(s) (for all designated states except US):	BAYERISCHE MOTOREN WERKE AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Petuelring 130 80809 Munich (DE).
(71) Applicant(s); and (72) Inventor(s):	MOSE, Jürg [CH/CH]; Hubelgasse 51 CH-3421 Lyssach (CH).
(72) Inventor(s) and (75) Inventor(s)/Applicant(s) (only for the US):	PLENK, Rudolf [DE/DE]; Eichendorffstrasse 4 94563 Otzing (DE).
(74) Attorney:	BAYERISCHE MOTOREN WERKE; Aktiengesellschaft, Patent Department AJ-3 80788 Munich (DE).
(81) Designated States (national):	CN, JP, KR, US.
(84) Designated States (regional):	European Patent (AT, BE, BG, CH,

CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB,
GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SK,
TR).

Published:

- with an International Search Report

For an explanation of the two-letter codes and other abbreviations, see "Guidance Notes on Codes and Abbreviations" at the beginning of each regular issue of the PCT Gazette.

(54) Title of the Invention:

DEVICE FOR DELIVERING POWDER AND METHOD OF OPERATING IT

(57) Abstract:

In a pumping device (3) for delivering powder that involves the use of a well-known system with a delivery chamber (8), suction piston (19) and compressed gas feed line, to provide continuous delivery of a reproducible amount of powder, the suction piston (19) is used only to draw the powder from a powder reservoir, and the powder is conveyed out of the delivery chamber (8) by means of the compressed gas, without it coming into contact with the suction piston, since the compressed gas acts as an air cushion between the suction piston (19) and the powder.

DEVICE FOR DELIVERING POWDER AND METHOD OF OPERATING IT

The invention concerns a device for delivering powder and a method of operating it in accordance with the introductory clauses of Claims 1 and 8.

Numerous well-known devices for delivering powder operate by the venturi principle, in which the powder is entrained by a stream of gas in a nozzle. Although devices of this type are simple in their construction, the powder density that can be achieved in the gas stream is limited, and the amount of powder delivered cannot be metered well.

Therefore, solutions that do not involve the use of the venturi principle were sought. For example, European Patent Application EP 1 106 547 A1

discloses a device of this type. In this well-known device, powder is pneumatically conveyed to a so-called delivery chamber by connecting the delivery chamber with a suction line. The delivery chamber is then connected with a pressure line, by which the powder is delivered into a discharge line from the delivery chamber.

This well-known device has a device located outside the delivery chamber for producing vacuum in the suction line, for example, a vacuum pump. A control element must be present between this device and the delivery chamber to start and stop the passage of gas. To prevent the powder flowing in the delivery chamber from getting into the suction line, the latter is separated from the delivery chamber by a gas-permeable separating diaphragm. Depending on the nature of the powder conveyed by this device, the separating diaphragm shows a tendency to become pasted or clogged, which, of course, impairs the operation of the device.

US 3,391,963 discloses a powder delivery device in which diaphragm clogging is prevented by reciprocating the diaphragm by a piston. This causes undulation of the diaphragm, and the powder adhering to it can be shaken off. However, this device is expensive and susceptible to wear, since it requires a semipermeable diaphragm.

To prevent problems with diaphragms, EP 0 124 933 has already disclosed the use of a piston, which is moved up and down in the delivery chamber. During its upstroke, the piston produces a vacuum in the feed line and therefore draws powder from the storage reservoir by suction. The piston then compresses the powder in the delivery chamber by moving down as far as a stop. The powder is then delivered from the delivery chamber to the site of application by the development of an overpressure in the delivery chamber by means of an external compressed air source. This compressed air then conveys the amount of powder present in the delivery chamber into the discharge line

to the site of application.

However, this does not ensure that all of the powder is discharged from the delivery chamber, especially the powder that clings to the surface of the piston.

Therefore, the object of the present invention is to remedy this situation by proposing a device of the type mentioned at the beginning and a method of operating it, such that the device has a simpler design and allows trouble-free operation.

In accordance with the invention, this object is achieved by the features of Claim 1. On the one hand, the feeding of compressed air in accordance with the invention, specifically, before a downstroke of the suction piston, preferably, just before the end of the suction stroke, creates an air cushion between the piston and powder, which prevents the piston from coming into contact with the powder during its downstroke. This keeps the powder from coming into contact with the piston.

On the other hand, the powder is not subjected to any pressure, which means that this system is especially well suited for delivering powder used for electrostatic powder coating. Therefore, the piston is used only to apply the vacuum for sucking the powder. The compressed air, together with the conveying motion of the piston, serves to deliver the powder to the site of application. The powder can thus flow in a well-defined, mechanically unloaded, pulse-free way in the delivery chamber and from there to the site of application.

Another advantage of the invention is that the delivery chamber, discharge line and delivery line can be cleaned easily and completely with high pressure. This facilitates a quick color change.

Claim 2 describes a first possibility for feeding the compressed air to the front face of the piston, while Claims 3 to 6 represent a second

alternative design. This design was found to be especially effective and guarantees 100% that the piston will not come into contact with the powder. Furthermore, both alternatives ensure that complete emptying of the delivery chamber will be achieved.

The modification according to Claim 7 has the advantage that the motion of the piston is produced with the same compressed gas with which the powder is discharged from the delivery chamber. Therefore, a device of this type can be produced and operated especially advantageously.

Claims 8 and 9 describe a preferred method of operating the device of the invention. The advantage of this method is that the amount of powder delivered by the device can be precisely metered, since the compressed gas is introduced before the piston begins its downstroke after completion of the suction motion.

If several, i.e., at least two, devices of the invention are combined to form a system, this method of operation in accordance with the invention allows a high rate of delivery of the powder stream to the site of application, while pressure surges are avoided. Powder amounts from a few grams to several tons can thus be continuously delivered to the application site.

The invention is described in greater detail below with reference to a preferred embodiment.

Figure 1 shows a schematic view of a powder coating system.

Figure 2 shows a first design of the device of the invention.

Figure 3 shows a second design of the device of the invention.

Figure 1 shows a system for delivering powder 1 from a powder reservoir 2 to a site of application 4 by means of a pumping device 3. The system shown in this example uses a powder gun to apply the powder.

In this example, the pumping device 3 consists of two similarly designed,

but oppositely operated, conveying devices 3a and 3b. Naturally, the pumping device 3 may also have only one, two, or more delivery chambers, depending on the amounts of powder that must be delivered to the application site and on how pulsation-free this must be accomplished.

The powder 1 is conveyed by a common suction line 5, which splits into feed lines 6 and 7. Each of the feed lines 6 and 7 opens into a delivery chamber 8, 9.

Stop valves 10, 11 are located in each feed line 6, 7. From the delivery chambers 8, 9, the powder enters the delivery line 14 through discharge lines 12, 13, and the delivery line 14 delivers the powder to the application site 4.

The two discharge lines 12, 13 are also equipped with stop valves 15, 16.

Before the function of the device is described in detail, the design of a pumping device 3 with a conveying device 3a will be described with reference to Figure 2.

The conveying device 3a consists of a base 17, which houses the delivery chamber 8. The feed line 6 opens into this delivery chamber 8, and the discharge line 12 branches off from it.

The delivery chamber 8 is formed from a base 17 and a guide body 18, and a suction piston 19 is mounted in it in such a way that it can reciprocate. The suction piston 19 has a longitudinal bore 20, and at its end facing the delivery chamber 8 it has a distribution header 21, which bounds channels 22 between itself and the suction piston 19. The purpose of these channels 22 is to feed a compressed gas to the delivery chamber 8.

A seal 23 seals the guide body 18 from both the suction piston 19 and the base 17. At its end facing away from the delivery chamber 8, the suction piston 19 is connected with a drive mechanism 24.

In the present example, the drive mechanism 24 is designed as a piston-

cylinder unit that is actuated by a pressure medium. However, it may also be designed as a mechanical drive unit, especially as an eccentric drive or crank drive, or as an electromagnetic drive unit.

The piston 26 of the drive mechanism 24 can be moved in a cylinder 25 by a pressure medium, for example, air, and has a full-length hollow piston rod 27, which is connected at its lower end in Figure 2 with the suction piston 19.

The other end of the piston rod 27 extends out of the cylinder 25 and is connected with a line 28 in the form of a hose, which is provided with a valve 29 and whose function will be explained further below.

An upper pressure medium line 30 and a lower pressure medium line 31 serve to act upon the piston 26 with a pressure medium, especially air, to move it up and down in the cylinder 25. The pressure medium lines 30 and 31 are connected with a multiway valve 32, which in turn is attached to a pressure medium source 33. Depending on the position of the multiway valve 32, one of the two pressure medium lines 30 or 31 is pressurized, while the other is connected to an outlet 34.

The function of the above-described device in Figure 2 will now be explained in greater detail. Starting from the position shown in Figure 2, the suction piston 19 is moved away from the delivery chamber 8 by the drive mechanism 24. The stop valve 15 in the discharge line 12 and the valve 29 in the line 28 are closed at this time. The motion of the suction piston 19 produces a vacuum in the delivery chamber 8. At the same time, the stop valve 11 in the feed line 6 is opened, so that powder flows through the suction line 5 from the powder reservoir 2 to the delivery chamber 8. The powder in the feed line 6 may already be dispersed in a gas or gas mixture to make it especially highly fluid. In most cases, this gas will be air. However, in the case of sensitive powdered substances, for example, those which react in

an undesired way with oxygen, a different gas or gas mixture may be used, for example, an inert gas.

After enough powder has flowed into the delivery chamber 3, the stop valve 11 in the feed line 6 is closed. By opening the valve 29, compressed gas, which may come from the same source 33 as the compressed gas used to operate the drive mechanism 24, is caused to flow into the delivery chamber 8 through the line 28, the piston rod 27, the longitudinal bore 20 of the suction piston 19, and the channels 22. At the same time, the stop valve 15 in the discharge line 12 is opened, which causes the powder present in the delivery chamber 8 to be discharged through the discharge line 12 into the delivery line 14. The compressed gas may be introduced and the powder discharged before the suction piston 19 has reached its upper terminal position, in which the delivery chamber has its greatest volume. This makes it possible to achieve exact metering of the powder delivered by the device.

After the suction piston 19 has returned to the lower terminal position (initial position) shown in Figure 2, a new delivery cycle can begin.

Of course, it is also possible for the suction piston 19 already to start its downstroke during the discharge of the powder from the delivery chamber 8 and in this way assist the discharge of the powder. The compressed gas thus forms an air cushion between the suction piston and the powder and prevents powder from coming into contact with the suction piston.

Figure 3 shows an alternative design for the compressed air feed. Instead of the hollow piston rod 27, the longitudinal bore 20, and the distribution header 21, a feed valve 35 is installed in the guide body 18. A line 36 connects the feed valve 35 with an annular channel 37, which is provided in the guide body 18 at the height of the upper terminal position of the suction piston 19. In contrast to the design in Figure 2, in this case, the seal 23' is positioned in this area in such a way that its lower face is

connected with the annular channel 37.

The diameter of the suction piston 19 is tapered in the area of its piston head 19', so that compressed gas flowing in through the feed valve 35 can flow past the seal 23' into the delivery chamber 18 [sic; should be "8" -- Tr. Ed.]. As in the example shown in Figure 2, this compressed air may also come from the same compressed air source that supplies the compressed air to move the piston 26. Outside the piston head 19', the seal 23' peripherally seals the suction piston.

Thus, in Figure 3, in contrast to Figure 2, the compressed air is not fed through line 28 and the hollow piston rod 27 as well as the longitudinal bore 20, the distribution header 21, and the channels 22, but rather, as noted above, through the feed valve 35, the line 36, and the annular channel 37. Of course, the other components of Figure 2 for moving the suction piston are also present here.

As is already shown schematically in Figure 1, several of the delivery devices described with reference to Figure 2 or Figure 3 may be combined in one pumping device. In this case, the individual delivery devices do not operate synchronously, but rather with a shift in time. With respect to the concrete example of Figure 1, this means that the delivery device 3a is just starting to draw in powder, as the delivery device 3b is just starting to discharge the powder it had previously drawn in.

To achieve transitions between the two delivery devices 3a and 3b that are as continuous as possible, and thus to ensure the continuous flow of powder in the delivery line 14, the stop valves 10, 11, 15, and 16 are controlled as follows:

In Figure 1, the piston 19, 19' in the delivery device 3b is positioned in its lower position. The stop valve 10 is then opened, and the piston 19, 19' is moved up. This creates a vacuum in the delivery chamber 8, and the

powder is sucked from the powder reservoir 2. At the same time, the piston 19, 19' of the delivery device 3a moves down with the stop valve 15 open. The delivery chamber 8 of the delivery device 3a is thus emptied, while the delivery chamber 8 of the delivery device 3b is simultaneously filled.

As soon as enough powder is present in the delivery chamber 8 of the delivery device 3b, and the piston 19, 19' has reached its upper dead-center position, with the stop valve 10 still open, the stop valve 16 is opened, so that powder can already start flowing into the delivery line 14. At the same time, as was previously described, compressed air is blown into the delivery chamber 8. The opening of the stop valve 16 and the injection of compressed air destroys the vacuum in the delivery chamber 8 of the delivery device 3b, so that the stop valve 10 can now be closed. The downward motion of the suction piston 19, 19' in the delivery chamber 3b [*sic; should be "8" -- Tr. Ed.*] then causes the powder present there to be expelled into the delivery line 14. In this connection, it may be advantageous to brake the downward motion of the suction piston 19, 19' towards the end of its lower position, which causes the powder-air mixture to be blown even more gently into the delivery line 14 and the delivery to proceed even more quietly.

Simultaneously with the downstroke of the suction piston 19, 19' in the delivery device 3b, the suction piston 19, 19' of the delivery device 3a is moving up with stop valve 11 open and stop valve 15 closed. At the instant in which the delivery chamber 8 of the delivery device 3b is almost completely emptied, the stop valve 15 of the delivery device 3a is opened, so that the powder that has been drawn into it can flow continuously and without interruption of the mass flow into the delivery line 14.

The operating cycle just described then repeats itself.

CLAIMS

1. Device for the delivery of powder with a suction piston, which can be moved in a delivery chamber and draws powder from a powder reservoir into the delivery chamber through a feed line by suction, with a delivery line, which connects the delivery chamber with an application site, and with a compressed air connection in the delivery chamber, characterized by the fact that the compressed air is fed into the delivery chamber (8) from the side, distributed over the periphery of the suction piston (19, 19').

2. Device in accordance with Claim 1, characterized by the fact that the suction piston (19) is connected with a hollow piston rod (27), whose free end is connected with a line (28), and that distribution channels (22) are provided in the suction piston (19) and open along the periphery near the piston head.

3. Device in accordance with Claim 1, characterized by the fact that a seal (23'), which is provided at the upper dead-center position of the piston, interacts with an annular channel (37), which is connected with a bore (36) for feeding compressed air.

4. Device in accordance with Claim 3, characterized by the fact that the seal (23') is tightly affixed to the housing, and that the annular channel (37) with its feed bore (36) is installed in the guide body (18).

5. Device in accordance with Claim 3 or Claim 4, characterized by the fact that the seal (23') bounds the annular channel (37) and seals the suction piston (19') along its periphery.

6. Device in accordance with any of Claims 3 to 5, characterized by the fact that the circumference of the suction piston (19') is slightly smaller in the area of its piston head than beyond the piston head.

7. Device in accordance with any of the preceding claims, characterized by the fact that the suction piston (19, 19') is connected with a drive

mechanism (24), which is designed as a piston-cylinder unit (25, 26).

8. Method of operating the device in accordance with any of the preceding Claims 1 to 7, in which powder (1) is sucked into the delivery chamber (8) by the motion of the suction piston (19) out of its initial position and away from the delivery chamber (8) and is subsequently discharged from the delivery chamber (8) by compressed gas fed into the delivery chamber (8), characterized by the fact that compressed gas is introduced when the suction piston (19, 19') reaches its top dead-center position, and that the pressure of the compressed gas is regulated in such a way that the powder (1) present in the delivery chamber (8) is delivered to the application site (4) by the pressure.

9. Method in accordance with Claim 8, characterized by the fact that the downward motion of the suction piston (19, 19') back to its initial position is braked [= possibly "cushioned" -- Tr. Ed.].

with 3 pages of drawings and an International Search Report attached

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.